

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
JOOZI SUZUKI

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO PORTADORES DO  
ALELO MUTADO *DUMPY***

**Curitibanos  
2015**

**JOOZI SUZUKI**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO PORTADORES DO  
ALELO MUTADO *DUMPY***

**Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de graduação em Agronomia do  
Campus Curitibanos da Universidade Federal  
de Santa Catarina como requisito para a  
obtenção do título de Engenheiro agrônomo.  
Orientador: Prof. Dr. Ivan Sestari**

**Curitibanos**

**2015**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Suzuki, Joozi

Produção e qualidade de híbridos de tomateiro portadores  
do alelo mutado dumpy / Joozi Suzuki ; orientador, Ivan  
Sestari - Curitibanos, SC, 2015.

21 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

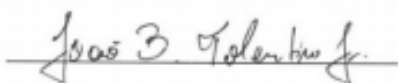
1. Agronomia. 2. Solanum Lycopersicum cv. Micro-Tom. 3.  
Heterose. 4. Brassinosteróides. 5. Mutante. I. Sestari,  
Ivan. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação  
em Agronomia. III. Título.

Joozi Suzuki

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO PORTADORES DO  
ALELO MUTADO *DUMPY***

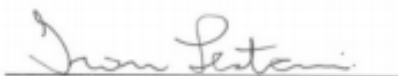
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do  
Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de  
Graduação em Agronomia.

Curitiba, 10 de julho de 2015.



Prof., Dr. João Batista Tolentino Junior  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



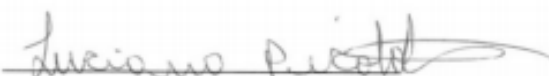
Prof., Dr. Ivan Sestari  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof., Dr. Jonatas Thiago Piva,

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof., Dr. Luciano Picoletto,

Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

Os Brassinosteróides (BRs) são um grupo de compostos esteroidais de ocorrência natural em plantas e que estão envolvidos em uma vasta gama de respostas biológicas associadas ao crescimento, desenvolvimento e a tolerância a diversos tipos de estresse. Dada a importância desta classe hormonal no controle destes processos fisiológicos, este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto de um alelo mutante para a síntese de brassinosteróides em parâmetros produtivos de híbridos de tomateiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no esquema de blocos casualizados e seis repetições de quatro plantas, composto por dois genótipos, a cultivar Micro-Tom (MT) e o híbrido *dpy/+*. Verificou-se que, em relação a cultivar MT o híbrido *dpy/+* apresentou maior número de inflorescências com frutos fixados e maior número de frutos maduros por inflorescência. Embora a massa de frutos maduros por planta tenha sido maior no híbrido, não houve diferença em relação ao MT quanto à produção média por planta. O maior rendimento de frutos maduros comercializáveis no híbrido não impactou negativamente o conteúdo acumulado de sólidos solúveis totais, foi constatada superioridade produtiva (número de frutos maduros) e qualitativa (SST) do híbrido *dpy/+* em relação ao MT quando considerado apenas frutos maduros.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom. Heterose. Brassinosteróides. Mutante.

## **ABSTRACT**

### **YIELD AND QUALITY OF TOMATO HYBRIDS HARBORING THE MUTATED ALLELE DUMPY**

Brassinosteroids (BRs) are a group of steroidal compounds naturally occurring in plants that are involved in a wide range of biological responses associated with growth, development, and tolerance to several types of stress. Given the importance of this plant hormone in control of these physiological processes, this work aimed study the impact of a mutant allele for brassinosteroid synthesis in yield parameters of tomato hybrids. The experiment was conducted in a greenhouse, in randomized block design and six replicates of four plants, consisting of two genotypes, the cultivar Micro-Tom (MT) and the hybrid dpy / +. It was found that, in relation to Micro-Tom (MT) the dpy/+ hybrid showed the highest number of inflorescences with fruit set and increased number of mature fruits per inflorescence. Although the mass of mature fruits per plant was higher in the hybrid, there was no difference on average production per plant when compared to MT. The highest yield of marketable ripe fruit in the hybrid does not negatively influence the accumulated soluble solids content, It was found productive superiority (number of mature fruits) and qualitative (SST) of hybrid dpy / + compared to the MT when considered only ripe fruit.

**Key words:** *Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom. Heterosis. Brassinosteroids. Mutant.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
2.1. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO NA ÉPOCA DA COLHEITA.....	11
2.2. CONTEÚDO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS .....	11
2.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	11
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>18</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os hormônios vegetais modulam o crescimento e o desenvolvimento das plantas por meio de sua influência em processos que incluem, dentre outros, a divisão e alongação celular, a fotossíntese, a transpiração, o desenvolvimento de folhas, flores e frutos, e a senescência destes órgãos. Durante a domesticação das plantas, a modificação da arquitetura das primeiras plantas que deram origem as atuais cultivares, foi decisiva de modo a aumentar o desempenho produtivo, especialmente de espécies de interesse agrônomo (YEAGER, 1927; DOEBLEY et al., 1997). No tomateiro, a arquitetura das plantas mudou radicalmente no último século, sendo que parte desta revolução ocorreu a partir da descoberta do mutante *self pruning* (SP) (YEAGER, 1927), o gene SP pertence à família de genes regulatórios, são responsáveis por codificar proteínas que determinam o potencial para o crescimento contínuo do meristema apical do caule (PNUELI et al., 2001).

Embora o conceito de heterose seja amplamente empregado na agricultura moderna (DUVICK, 1999), a razão para o superior vigor e o rendimento dos híbridos em relação aos seus progenitores ainda permanece intrigando os cientistas. Recentemente foi demonstrado que o vigor de híbrido do tomateiro pode ser aumentado a partir de um único gene heterozigótico (KRIEGER; LIPPMAN; ZAMIR, 2010), repercutindo em incremento de até 60% no rendimento de frutos. De acordo com o estudo esses resultados representam o primeiro relato de sobredominância de um único gene para o rendimento e sugerem que simples mutações monogênicas quando em heterozigose podem aumentar a produtividade das plantas cultivadas.

Como mencionado inicialmente, os hormônios vegetais atuam em todas as fases do ciclo vital das plantas. Por esta razão, vários reguladores vegetais tem sido e vem sendo amplamente utilizados na agricultura desde o início do século (KANG; GUO, 2011). Na última década, importantes descobertas têm sido feitas e culminaram na elucidação do metabolismo e sinalização dos brassinosteróides (BRs), assim como trouxeram um melhor entendimento de sua importância no crescimento e desenvolvimento vegetal (TANG et al., 2010). Devido ao fato dos brassinosteróides estarem envolvidos no controle de vários atributos de interesse agrônomo, como o crescimento, a fotossíntese, a arquitetura, o florescimento e a tolerância a estresses bióticos e abióticos é provável que a manipulação dos níveis endógenos deste hormônio possa potencialmente afetar, de alguma forma, a produtividade de grãos e



de frutos (VRIET et al., 2012). Neste sentido, Sakamoto et al. (2006) demonstraram que a manipulação da síntese de BRs pode ser uma nova e efetiva estratégia para aumentar o rendimento da cultura do arroz quando cultivada em alta densidade. Embora, seja conhecido que a deficiência deste hormônio ocasiona nanismo e reduz a fertilidade das plantas, seria pouco provável que a redução da atividade deste hormônio, através da manipulação da síntese ou sinalização seria uma estratégia viável para manipular o rendimento das culturas. Porém, contraria a essa expectativa, tem sido relatado que a redução dos níveis endógenos dos BRs pode levar a considerável incremento no rendimento devido à alteração da arquitetura vegetal (SAKAMOTO et al., 2006). Mutantes deficientes em BRs no tomateiro apresentam reduzido crescimento e alterada morfologia foliar (MUSSIG, 2005). O mutante *dumpy*, deficiente para a síntese deste hormônio, possui baixa estatura, exibe folhas enroladas, rugosas, de coloração verde escura que se compactam ao longo da haste (BISHOP et al., 1996, BISHOP et al., 1999, KOKA et al., 2000).

Embora existam estudos relatando o efeito de aplicações exógenas de substâncias análogas aos brassinosteróides na produção e qualidade de frutos (SYMONS et al., 2006; FU et al., 2008), esta abordagem possui várias limitações (CUTLER, 1991) quanto ao real efeito destes reguladores na fisiologia da planta estudada, o que resulta em resultados inconsistentes.

Uma abordagem alternativa para estes estudos consiste no uso de mutantes hormonais. A disponibilidade de uma ampla coleção de mutantes hormonais, representa uma oportunidade bastante interessante de utilização desta ferramenta para investigar o papel dos hormônios vegetais na produção e qualidade do fruto do tomateiro. Dentre as várias mutações já caracterizadas e introgridas no *background* genético da cultivar MT, é de especial interesse para este estudo o genótipo que carrega o alelo mutado *dumpy* (KOKA et al., 2000), cujo efeito é marcante na síntese de BRs.

Partindo do pressuposto de que um único alelo mutado pode alterar o vigor de híbrido do tomateiro, como relatado por Krieger et al. (2010) para o caso da perda de função do gene *single flower truss* (*SFT*), e da escassez de informações a respeito do papel dos hormônios vegetais na heterose, este trabalho teve como objetivo a utilização de um modelo de estudo, usando um alelo mutado na via dos BRs para avaliar o impacto deste alelo mutado quando em heterozigose, em parâmetros ligados ao fenótipo, arquitetura da planta, produção e qualidade do fruto do tomateiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. A casa de vegetação possui sistema de controle de temperatura mantendo a mesma com temperatura média de 28°C e a irrigação das plantas foi feita de forma manual de acordo com a necessidade das plantas.

As sementes da cultivar Micro-Tom (MT) e do mutante dumpy (MT- dpy), deficiente na síntese de brassinosteróides foram obtidas da coleção de mutantes do Laboratório de Controle Hormonal do Desenvolvimento Vegetal (HCPD-LAB) da ESALQ-USP (<http://esalq.usp/tomato/>). O genótipo homozigoto para o alelo mutado dumpy (dpy/dpy) foi cruzado com a cv. MT, para obtenção do híbrido (F1) denominado dpy/+. Os cruzamentos foram realizados de acordo com Carvalho et al. (2001), sendo a cultivar MT utilizada como receptora de pólen. As sementes da cultivar MT e do híbrido dpy/+ foram semeadas no dia 1 de dezembro de 2014 em vasos plásticos de 350mL contendo substrato de semeadura, o qual consiste de uma mistura de substrato comercial Plantmax e vermiculita expandida na proporção de 1:1. As plântulas de cada genótipo foram transplantadas do pote de semeadura após o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras para vasos maiores de aproximadamente 5L, no dia 17 de dezembro de 2014. As plantas foram transplantadas e cultivadas em vasos plásticos de formato circular de aproximadamente 5L contendo uma mistura 1:1 de substrato comercial Plantmax e vermiculita expandida, suplementado com 1g de NPK 10:10:10 L<sup>-1</sup> de substrato e 4g de calcário dolomítico (MgCO<sub>3</sub> + CaCO<sub>3</sub>) L<sup>-1</sup> de substrato de acordo com protocolo de cultivo do HCPD-LAB, ESALQ-USP (<http://esalq.usp/tomato/>). Foi adotado o delineamento blocos ao acaso com dois genótipos e seis repetições. Cada bloco foi constituído por um vaso contendo quatro plantas de cada genótipo.

No florescimento foi feito acompanhamento diário das plantas para se obter o momento exato da abertura de flores (antese), cada flor aberta foi marcada com um barbante de coloração específica para o determinado dia de abertura, e assim sucessivamente para os dias seguintes até a obtenção de um número representativo para todas as amostras, estes foram acompanhados até a obtenção do ponto de fruto

maduro. Após obtenção dos dias da abertura da flor até o fruto maduro foi realizada uma média para determinar o tempo médio para este evento em ambos os genótipos.

## 2.1. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO NA ÉPOCA DA COLHEITA

Todos os frutos de cada genótipo foram colhidos ao mesmo tempo, 65 dias após o transplântio. A seguir, procedeu-se a contagem do número total de inflorescências e de inflorescências com frutos por planta, o número de frutos por inflorescência, o número de folhas não senescentes, o número de frutos verdes e maduros por planta (g), a massa média (g) de 20 frutos maduros representativos e o rendimento por planta foram avaliados em 24 plantas por genótipo (n=24).

## 2.2. CONTEÚDO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

O conteúdo de sólidos solúveis totais (Brix<sup>o</sup>) nos frutos foi determinado com auxílio de um refratômetro manual, onde se avaliou seis repetições por genótipo, utilizando o suco de quatro frutos, representando parâmetros qualitativos do experimento.

## 2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,01$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando em heterozigose (*dpy/+*) o fenótipo da geração F1 se assemelha ao da cultivar MT com relação ao porte e o início do florescimento (dados não apresentados). Uma característica marcante do mutante recessivo homozigoto *dumpy* (*dpy/dpy*) é o nanismo, o retardo no florescimento e a produção de apenas um a três frutos por planta, efeito este resultante da deficiência na síntese de brassinosteróides nestas plantas (KOKA et al. 2000). O número médio de dias decorridos da antese até o completo amadurecimento dos frutos foi de 39 dias para a cultivar MT e de 40 dias para a linhagem híbrida *dpy/+*. Esses resultados indicam que o restabelecimento, mesmo que parcial da síntese de brassinosteróides é fundamental para que o retardo no florescimento e amadurecimento dos frutos não seja tão severamente impactado. Isso corrobora com outros estudos que sugerem que os brassinosteróides desempenham importante papel no controle do florescimento (CHORY et al., 1991; LI; CHORY, 1997; AZPIROZ et al., 1998; LI et al., 2010).

No que concerne ao rendimento das culturas, diversos parâmetros podem influenciar essa característica, normalmente desejada pelos melhoristas. Comparando-se alguns parâmetros que compõe o rendimento do tomateiro foi observado que o número médio de inflorescências por planta foi semelhante entre a cultivar MT e o híbrido *dpy/+* (Figura 1C). Contudo, o número médio de inflorescências que apresentavam frutos fixados foi significativamente maior no híbrido (Figura 1A). Além disso, na linhagem híbrida o número de frutos maduros fixados por inflorescência foi cerca de 37% maior que o observado na cultivar MT (Figura 1B). Uma possível explicação para o aumento no número de inflorescências com fruto e no número de frutos maduros por inflorescência poderia ser uma maior capacidade de produção de fotoassimilados pelas folhas (SCHWARS et al. 2002) uma vez que a força de dreno no híbrido possivelmente foi maior que na cultivar MT uma vez que houve maior quantidade de frutos maduros por inflorescência. Entretanto, curiosamente não houve diferença entre os genótipos quanto o número total de folhas não senescentes por planta (Figura 1D).

Apesar do híbrido ter apresentado maior produção de frutos maduros por inflorescência e maior massa média de frutos maduros, a produção média por planta foi semelhante à da cultivar MT (Figura 2D). Esse resultado pode ser explicado, em parte pelo fato da produção média por planta levar em consideração a massa total de

frutos verdes e maduros (Figura 2). No entanto pode ser observado que a massa de frutos verdes na cultivar MT foi 65% maior que a observada no híbrido. Por outro lado, a massa de frutos maduros no híbrido foi 24% superior a computada na cultivar MT (Figura 2 e 3). Com base nestes resultados, é possível afirmar que houve maior fixação de frutos e sincronização do amadurecimento destes na linhagem híbrida (Figuras 1, 2 e 3) o que é desejável, principalmente para cultivares de tomateiro destinadas para a produção de frutos para a indústria (LUKYANENKO, 1991). Embora o rendimento total de frutos não tenha sido alterado, o percentual de frutos comercializáveis (maduros) foi significativamente superior no híbrido.

No melhoramento do tomateiro voltado para a indústria, além da produtividade é de grande interesse o conteúdo de sólidos solúveis totais presente nos frutos (GRANDILHO; ZAMIR; TANKSLEY, 1999). Vários estudos sugerem que incremento na produtividade normalmente tem relação inversa com o conteúdo acumulado de sólidos solúveis nos frutos (TANKSLEY et al., 1996; FULTON et al., 1997). Por outro lado, existem relatos de incrementos na produtividade e no conteúdo de sólidos solúveis (FRIDMAN et al. 2002; CARMEL-GOREN et al., 2003; KRIEGER; LIPPMAN; ZAMIR, 2010).

Neste trabalho, não foi observada diferença no conteúdo de sólidos solúveis acumulado nos frutos de ambos os genótipos (Figura 4), contudo se levarmos em consideração apenas a produção de frutos maduros por planta (Figura 2B) é possível afirmar que o híbrido *dpy/+* foi superior a cultivar MT, pois além de aumentar a massa média dos frutos maduros, também aumentou a massa total de frutos maduros por planta sem comprometer a qualidade.

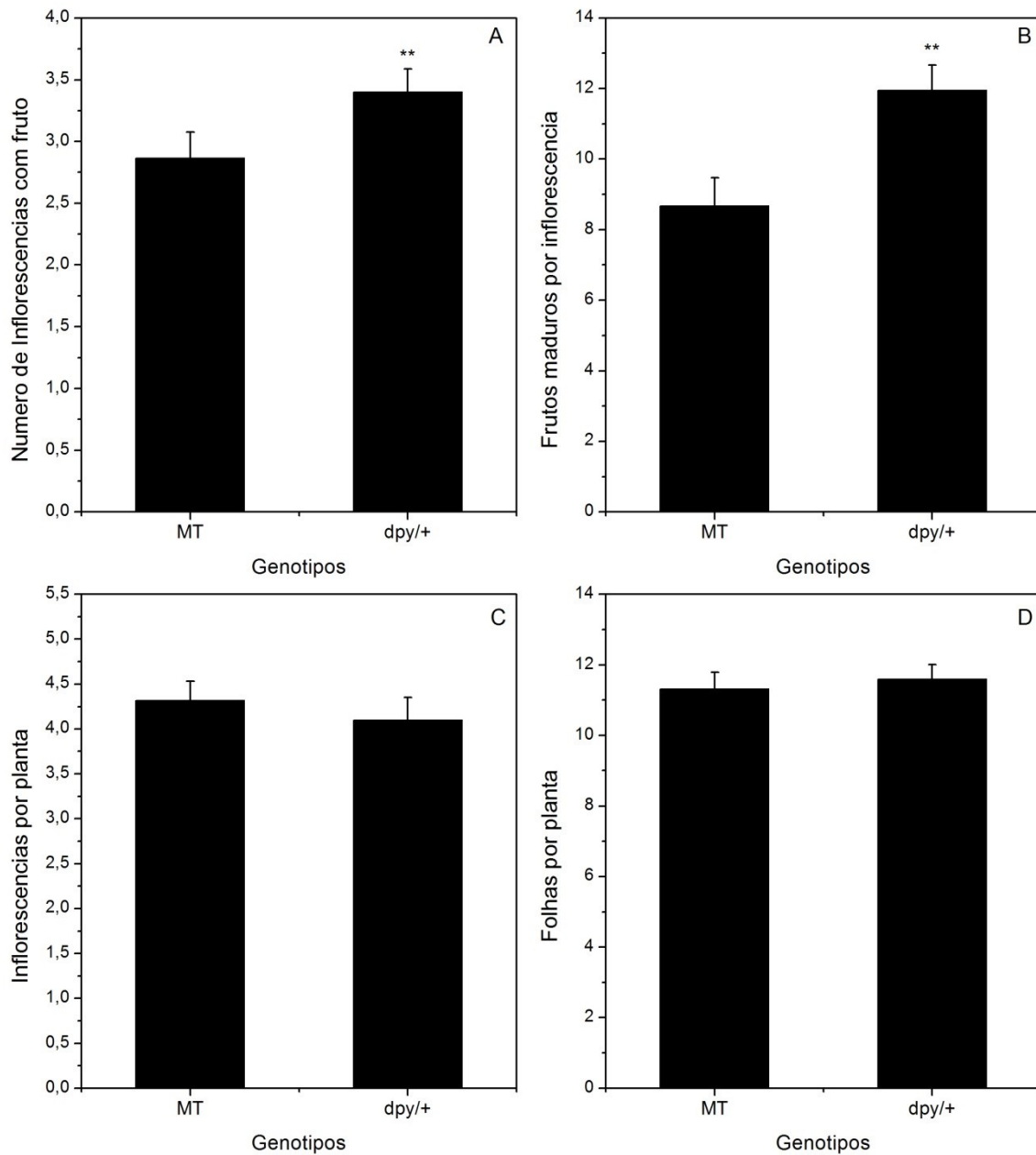


Figura 1. Parâmetros fenotípicos na cultivar MT e na linhagem híbrida *dpy/+*. Número de inflorescências com fruto (A), frutos por inflorescência (B), inflorescências por planta (C) e número de folhas por planta (D). Barras verticais indicam o desvio padrão da média (n=24 plantas por genótipo). \*\*  $P \leq 0,01$ .

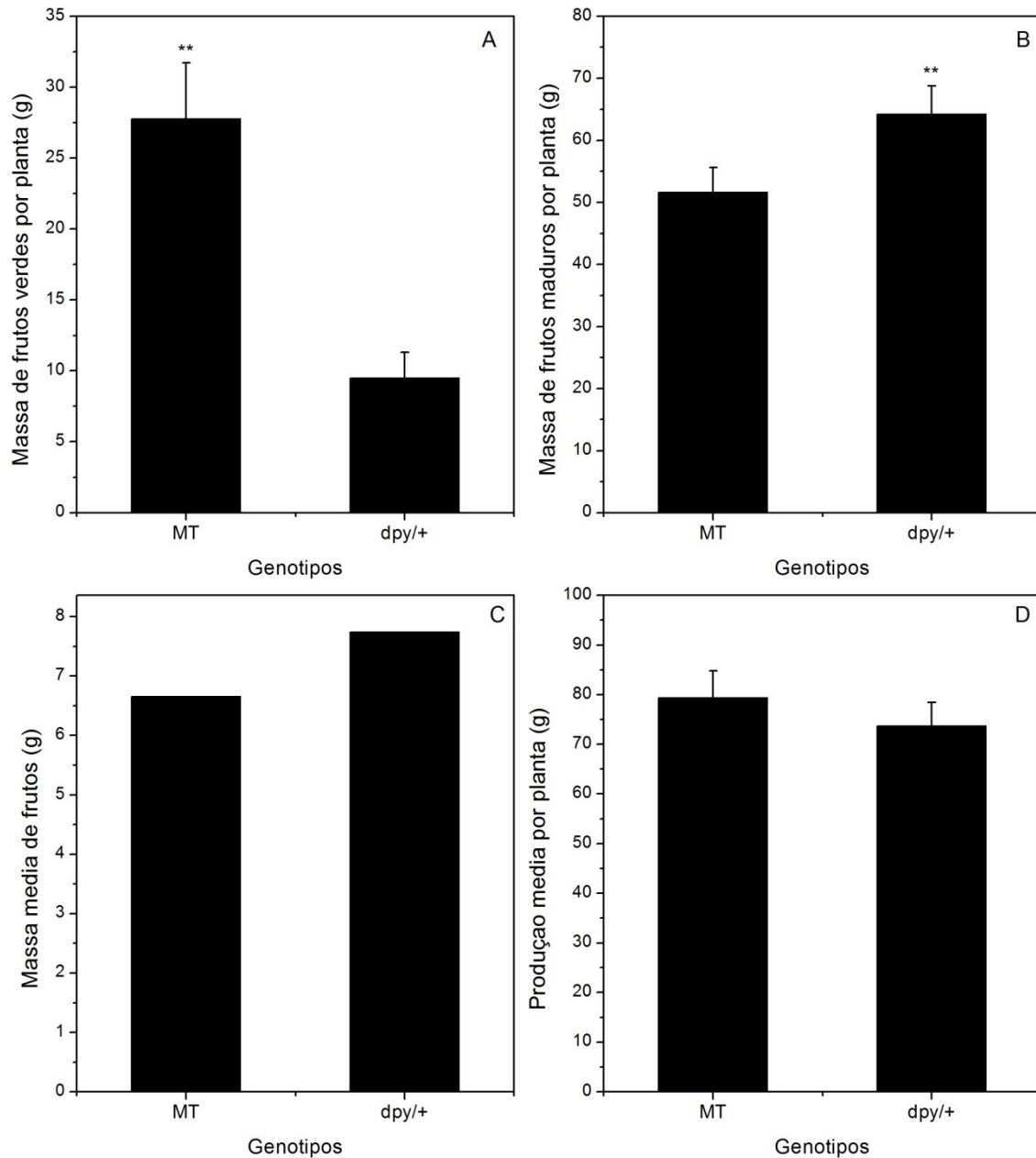


Figura 2. Produção de frutos nos diferentes genótipos. Massa de frutos verdes por planta (A), massa de frutos maduros por planta (B), massa média de frutos (C) e produção média por planta (D). Barras verticais indicam o desvio padrão da média (n=24 plantas por genótipo). \*\*  $P \leq 0,01$ .

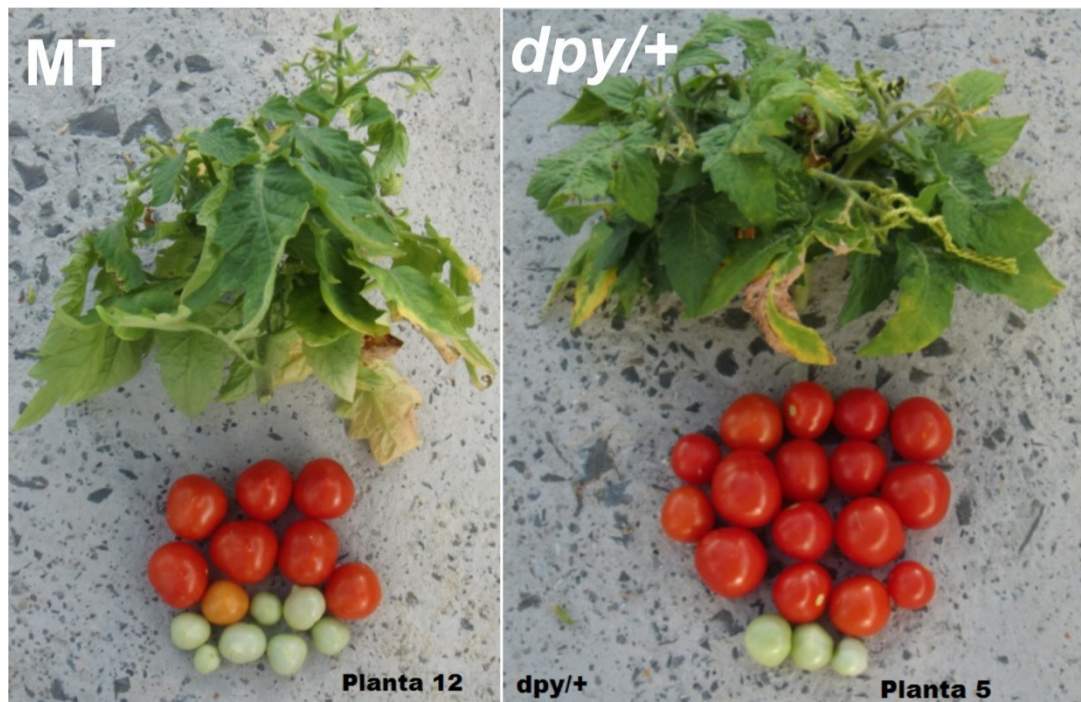


Figura 3. Fenótipo dos genótipos e produção total de frutos 65 dias após o transplantio.

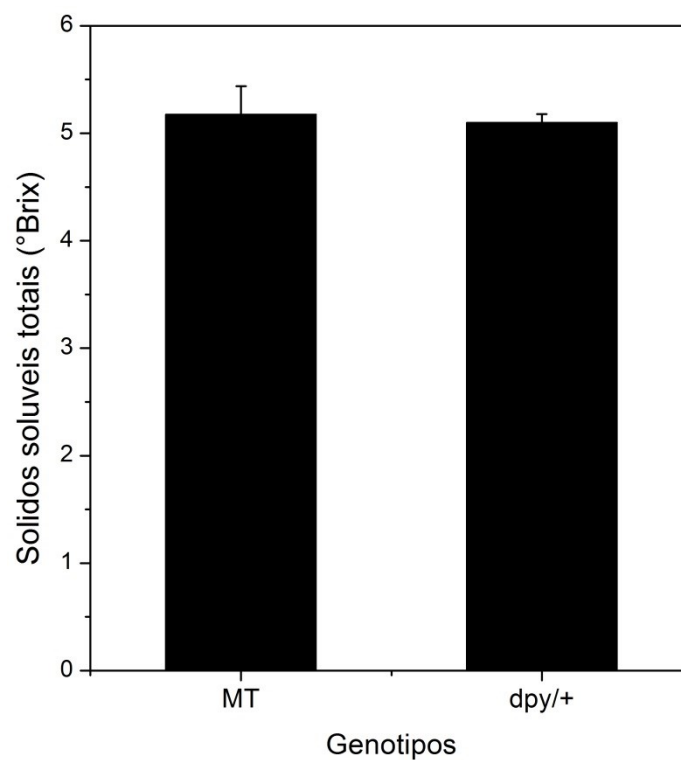


Figura 4. Conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix). Barras verticais indicam o desvio padrão da média (n=6 por genótipo).



#### 4 CONCLUSÕES

Híbridos de tomateiro portadores do alelo mutado *dumpy*, promovem maior fixação de frutos por inflorescência e maior sincronia no amadurecimento dos frutos, o que aumenta o percentual de frutos comercializáveis(maduros), sem impactar negativamente o conteúdo de sólidos solúveis totais.

## REFERÊNCIAS

- AZPIROZ, R.; WU, Y.; LOCASCIO, J.C.; FELDMANN, K.A. An Arabidopsis brassinosteroid-dependent mutant is blocked in cell elongation. **Plant Cell**, v.10, p.219-230, 1998.
- BISHOP, G.J.; HARRISON, K.; JONES, J.D.G. The tomato Dwarf gene isolated by heterologous transposon tagging encodes the first member of a new cytochrome P450 family. **Plant Cell**, v.8, p.959-969, 1996.
- BISHOP, G.J.; NOMURA, T.; YOKOTA, T.; HARRISON, K.; NOGUCHI, T.; FUJIOKA, S.; TAKATSUTO, S.; JONES, J.D.G.; KAMIYA, Y. The tomato DWARF enzyme catalyses C-6 oxidation in brassinosteroid biosynthesis. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.96, p. 1761-1766, 1999.
- CARMEL-GOREN, L.; LIU, Y.S.; LIFSCHITZ, E.; ZAMIR, D. The Self Pruning gene family in tomato. **Plant Molecular Biology**, v.52, p.1215-1222, 2003.
- CARVALHO, R.F.; CAMPOS, M.L.; PINO, L.E.; LOMBARDI-CRESTANA, S.L.; ZSOGON, A.; LIMA, J.E.; BENEDITO, V.A.; PERES, L.E.P. Convergence of developmental mutants into a single tomato model system: Micro-Tom as an effective toolkit for plant development research. **Plant Methods**, v.7, n.18, 2011.
- CHORY, J.; NAGPAL, P.; PETO, C.A. Phenotypic and genetic analysis of det2, a new mutant that affects light-regulated seedling development in Arabidopsis. **Plant Cell**, v.3, p.445-459, 1991.
- CUTLER, H. G. Brassinosteroids through the looking glass. In: **Brassinosteroids, chemistry, bioactivity, and application**. CUTLER, H. G.; YOKOTA, T.; ADAM, G. (eds). p. 334–345. ACS Symposium Series, 474. Washington: American Chemical Society.
- CUTT, J. R.; KLESSING, D. F. (1992). Salicylic acid in plants: A changing perspective. **Pharmaceutical Technology**, v.16, p.25-34, 1991.
- DUVICK, D.N. Heterosis: feeding people and protecting natural resources. In: **The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops**; COORS, J.G.; PANDEY, S. (eds). Madison (EUA): ASSA, CSSA, SSSA, 1999, p.19–29.
- DOEBLEY, J.; STEC, A; HUBBARD, L. The evolution of apical dominance in maize. **Nature**, v. 386, p. 485-488, 1997.
- FRIDMAN, E.; LIU, Y.; CARMEL-GOREN, L.; GUR, A.; SHORESH, M.; PLEBAN, T.; ASHED, Y.; ZAMIR, D. Two tightly linked QTLs modify tomato sugar content via different physiological pathways. **Molecular Genetics and Genomic**, v.266, p.821-826, 2002.
- FU, F.; MAO, W.; SHI, K.; ZHOU, Y.; ASAMI, T.; YU, J. A role of brassinosteroids in early fruit development in cucumber. **Journal of Experimental Botany**, v.59, p.2299-2308, 2008.

FULTON, T.M.; BECK-BUNN, T.; EMMATTY, D.; ESHED, Y.; LOPEZ, J.; PETIARD, G.; UHLIG, J.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S.D. QTL analysis of an advanced backcross of *Lycopersicon peruvianum* to the cultivated tomato and comparisons with QTLs found in other wild species. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 95, p.881-894, 1997.

GRANDILHO, S.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S.D. Genetic improvement of processing tomatoes: a 20 years perspective. **Euphytica**, v.110, p.85-97, 1999.

KANG, Y.Y.; GUO, S.R. Role of brassinosteroids on horticultural crops. In: HAYAT, S.; HAMAD, A. (eds). **Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone**. China: Springer Science+ Business Media B.V, 2011, p. 269-288.

KOKA, C.V.; CERNY, R.E.; GARDNER, R.G.; NOGUCHI, T.; FUJIOKA, S.; TAKATSUTO, S.; YOSHIDA, S.; CLOUSE, S.D. A putative role for the tomato genes *dumpy* and *curl-3* in brassinosteroid biosynthesis and response. **Plant Physiology**. v.122, p.85-98, 2000.

KRIEGER, U.; LIPPMAN, Z.B.; ZAMIR, D. The flowering gene *SINGLE FLOWER TRUSS* drives heterosis for yield in tomato. **Nature Genetics**. v.42, p. 459-463, 2010.

LI, J.; CHORY, J. A putative leucine-rich repeat receptor kinase involved in brassinosteroid signal transduction. **Cell**. v.90, p.929-938, 1997.

LUKYANENKO, A.N. Breeding tomato for mechanized harvesting. IN. KALOO, G. **Genetic improvement of tomato**, v. 17, p.2013-230, 1991.

MÜSSIG, C. Brassinosteroid-promoted growth. **Plant Biology**, v.7, p.110-117, 2005.

PNUELI, L.; GUTFINGER, T.; HAREVEN, D.; BEN-NAIM, O.; RON, N.; LIFSCHITZ, E. Tomato SP-interacting proteins define a conserved signaling system that regulates shoot architecture and flowering. **The Plant Cell**, v.13, p. 2687-2702, 2001.

SAKAMOTO, T.; MORINAKA, Y.; OHNISHI, T.; SUNOHARA, H.; FUJIOKA, S.; UEGUCHITANAKA, M.; MIZUTANI, M.; SAKATA, K.; TAKATSUTO, S.; YOSHIDA, S.; TANAKA, H.; KITANO, H.; AND MATSUOKA, M. Erect leaves caused by brassinosteroid deficiency increase biomass production and grain yield in rice. **Nature Biotechnology**, v.24, p.105-109, 2006.

SCHWARZ, D.; KLARING, H.P.; VAN IERSEL, M.W.; INGRAN, K.T. Growth and photosynthetic response of tomato to nutrient solution concentration at two light levels. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.127, p.984-990, 2002.

SYMONS, G., DAVIES, C., SHAVRUKOV, Y., DRY, I., REID, J., AND THOMAS, M. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. **Plant Physiology**, v. 140, p.150-158, 2006.

TANG, W.; DENG, Z.; AND WANG, Z.Y. Proteomics shed light on the brassinosteroid signaling mechanisms. **Current Opinion in Plant Biology**, v.13, p. 27-33, 2010.

TANKSLEY, S.D.; GRANDILLO, S.; FULTON, M.T.; ZAMIR, D; ESHED, Y.; PETIARD, V.; LOPEZ, J.; BECK-BUNN, T. Advanced backcross QTL analysis in a cross between a elite processing line of tomato and its wild relative *L. pimpinellifolium*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.92, p. 935-951, 1996.

VRIET, C; RUSSINOVA, E; REUZEAU, C. Boosting Crop Yields with Plant Steroids.**The Plant Cell**, v. 24, p.842-857, 2012.

YEAGER, A.F. Determinate growth in the tomato. **Journal of Heredity**, v.18, p. 263-265, 1927.